

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 サンプル（被測定物質）と接してその屈折率を測定するための屈折率計用プリズムであって；プリズム本体と、

このプリズム本体に対し、測定面の方向に向けて貫通させたリード孔と、

このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率が大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとを具備することを特徴とする 10 屈折率計測用プリズム。

【請求項 2】 サンプル（被測定物質）と接してその屈折率を測定するための屈折率計用プリズムであって；プリズム本体と、

このプリズム本体に対し、測定面の方向に向けて貫通させたリード孔と、

このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率が大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとを具備し、 20

上記光透過性板の硬度が、光学ガラスの硬度よりも高いことを特徴とする屈折率計測用プリズム。

【請求項 3】 サンプル（被測定物質）と接してその屈折率を測定するための屈折率計用プリズムであって；プリズム本体と、

このプリズム本体に対し、測定面の方向に向けて貫通させたリード孔と、

このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率が大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとを具備し、 30

上記温度センサーが、前記リード孔に掘り込まれたポケット中に設置されていることを特徴とする屈折率計測用プリズム。

【請求項 4】 プリズム本体に対し、測定面の方向に向けて貫通させたリード孔と、

このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率が大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとから成り、サンプル（被測定物質）と接してその屈折率を測定するためのプリズムと、 40

このプリズムの測定面に光を入射させる発光部材と、該測定面から反射する光を受けてその光の強さを検知する受光部材と、

上記受光部材からの信号を受け、サンプルと測定面との界面における光の全反射の臨界角を決定し、この臨界角からサンプルの屈折率を決定する部材と、

上記屈折率から上記サンプルの所定の特性値を算出する部材と、 50

上記温度センサーからの信号を受けて、温度補正係数を決定し、上記特性値を温度補正する部材とを具備することを特徴とする屈折率計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サンプル（被測定物質）の光の屈折率を測定する屈折率計測用のプリズムと、これを組み込んだ屈折率計に関する。特に、サンプルとプリズムとの界面の温度を精密に測定することができ、これにより屈折率から算出する諸特性値の温度補正を厳密に行なうことができるように改良された屈折率計に用いるプリズムとこれを組み込んだ屈折率計に関する。

【0002】

【従来の技術】屈折率計は、物性定数の一つである“屈折率”を測定するために作られた計器である。屈折率は、物質の密度、比重、粘度、溶液の濃度等の諸特性値と極めて高い相関性を示す。そのため、屈折率を媒介として、これらの諸特性値を測定する測定器が多く製作され使用されている。その代表的な例が糖度計である。果実や飲料の糖度は、それらの重要な特性値であり、飲料等の生産現場における重要な管理値とされている。

【0003】屈折率から糖度（Brix値）への変換は、一般的には、国際砂糖分析統一委員会の 1966 年コペンハーゲン国際会議において採択された計算式に基づいて行なう。更に、サンプルの温度（厳密にはサンプルとプリズム測定面の界面の温度）によって、計算値に対して更に温度補正を加える。なお、飲料によっては、糖度（Brix値）というよりも、標準温度における換算した屈折率そのものの値を、総合的な管理指標としてチェック・管理する場合もある。飲料等の屈折率測定は、サンプルを抜き出した後、個別に人手で測定するというタイプ（オフライン、卓上型）と、飲料の流れている配管に屈折率計を挿入して、製造プロセス中の製品そのものを連続的に測定するというタイプ（オンライン、プロセス型）がある。

【0004】図 2 は、現在用いられている代表的なオンライン型糖度計の構成概要を示すブロック図である。図 2 の糖度計 51 は、大きく分けて、検出部 53 と計測部 55 とからなる。検出部 53 は、ランプ 61 やコリメーター 63 等の発光部材と、サンプル液 75 と接する測定面 77 を有するプリズム 73、サンプル温度検出用のサーミスタ 79、更にプリズム 73 からの反射光を受ける受光器 83 等の受光部材を有する。計測部 55 は、各種の変換回路、演算回路、表示パネル等を有する。

【0005】ランプ（光源）61 は、計測部 55 内の定電圧電源 101 から定電圧の電流供給を受け、ナトリウムの D 線（589.3nm）に等の所定の波長の光を発する。コリメーター 63 は、ランプ 61 を出た光を平行光線とする。このコリメーター 63 は、サインバー機構 6

5によってその角度が変わるよう構成されており、これによって、後述するプリズム73の測定面への光の入射角を変化させる。サインバー機構65は、駆動用のサーボモータ67と、角度検出用のポテンシオメータ69とを有する。反射ミラー71は、コリメーター63を出た光線を、プリズム73の方へ向けるためのものである。

【0006】プリズム73は、この例では台形（平行四辺形等であってもよく、特に、形状が限定されるものではない）をしており、ミラー71からの反射光が入射し、プリズム73の斜面で反射し、測定面77（図上の左側面）に達する。この測定面77上にはサンプル液75が接しており、光は、サンプル液75と測定面77の界面で屈折・反射する。この屈折率計は、反射型であり、該界面における全反射の臨界角を計測して、Snelliusの式に基づき屈折率を計算する。測定面77で反射した光は、プリズム73の斜面で反射した後、プリズム73から右方向に射出して受光器83（増幅器を含む）に入る。プリズム73の測定面77近傍には、サーミスタ79が設置されており、サンプル液75の温度を検出している。この場合、実際にはサーミスタ79は、保護管内に密封されている。

【0007】受光器83は、プリズム73からの反射光を受け、その強さ（光量）を検出するものである。受光器83は、半導体光センサとその検出電圧を増幅する増幅器とからなる。コリメーター63の角度変化により、プリズム73の測定面77に入射する光の角度が変わり、それによって同測定面77からの反射光の強さも変わる。測定面77への光の入射角が次第に大きくなって、光が全反射し始めた時の入射角が臨界角である。受光器83は、この臨界角を知るためにプリズム73からの反射光量を検出する。なお、この屈折率検出部の構成としては、このようなタイプの他、本願と同一出願人の出願に係る実公平3-26443公報に開示されているような、ポータブルタイプ、あるいは卓上タイプを用いることもできる。

【0008】受光器83から発する信号（電圧）は、計測部55内の比較回路85へ入り、ここで基準電圧87と比較される。この比較回路85の出力は、増幅器89によって増幅され、サインバー機構65のサーボモータ67に与えられ、結局、コリメーター63が、常に臨界点を追いかけるように作動する。

【0009】コリメーター63の動きとともにポテンシオメータ69の抵抗値が変化する。また、ポテンシオメータ69には一定の電圧が印加されており、コリメーターの動き、即ち臨界角位置がワイパー電圧として取り出される。この電圧出力は、Brix、nDリニア変換回路103へ入り、ここでBrix値に変換され、このBrix値が演算回路107に入力される。

【0010】一方、サンプル液75の温度を検出するサーミスタ79からの信号は、温度リニア変換回路91を

経て温度補正係数回路109に与えられる。温度補正係数回路109は、サンプル液75の温度に応じた温度補正係数を算出（選択）して、演算回路107へ与える。ここで、温度補正係数の一例を紹介すると、標準温度20℃、糖度（ショ糖基準、重量%）20%の場合で、温度1℃の変化に対して糖度補正は $\pm 0.07\%/^{\circ}\text{C}$ である。演算回路107では、Brix、nDリニア変換回路103からの基本的なBrix値信号と、温度補正係数回路109からの温度補正係数信号とが足し引きされ、最終的なBrix値の信号が算出される。この信号は、次にA/D変換回路105でデジタル値に変換され、表示パネル111やリミッター回路113、レコーダー回路115へ与えられる。

【0011】本発明は、屈折率計の温度補正（温度測定）に関係するもので、温度測定の他の従来例をも併せて説明する。図3は、従来の屈折率計のプリズムにおける温度計の他の配置例を示す断面図である。図3において、プリズム129の中央部には、下方から上方（測定面123の方向）に向かって延びる穴125が開けられている。穴125の最上部と、測定面123との間には、厚さ t のプリズム材（光学ガラス）が残されている。そして、穴125の最上部にはサーミスタ（温度センサー）127が配置されている。穴125内には、サーミスタ127から下方に延びるリード線131が引き出されている。サーミスタ127は、与肉 t を介して、測定面123上とサンプル液121との界面温度を検出しようとするものである。ここで穴125の頂面と測定面との間の寸法つまり与肉 t は、薄くしても1~2mm程度である。何故ならば、この穴は、ダイヤモンドチップドリルで加工するのであるが、それ以上薄くしようとすると、余肉部分にクラックが入ってしまうからである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来の屈折率計における温度測定においては、屈折率に影響を与えるサンプル液とプリズムとの界面の温度が十分正確に測定されていないことに起因して、次のような問題点があった。即ち、図2のようにサンプル液中にサーミスタを導入されるような態様では、特にサンプル液温度と外気温度の間に差がある場合、サンプル液の流量によって、サーミスタ検出温度と測定面の真温度との間に時系列的に変動する差異を生じ、プロセス管理に支障が出るという問題点があった。

【0013】また、図3のように、プリズム中に穴（又は溝）を開けて、その中にサーミスタを置く態様では、特にサンプル液温度が室温からかけ離れているサンプルをプリズム表面に滴下した場合、サーミスタ検出温度と界面温度との間に差が出るので、サンプル液温度が定常状態になる（プリズム温度と同じになる）まで測定を待たなければならないという問題点があった。

【0014】最近では、屈折率計（糖度計）の精度に対

する要求が、極めて厳しくなっている。例えば、お茶（缶やパック詰）の場合、糖度計の精度として ± 0.01 Brixを要求されるようになっているが、これを温度補正係数値（ ± 0.07 Brix/ $^{\circ}\text{C}$ ）で温度に換算すると $\pm 0.14^{\circ}\text{C}$ となる。このレベルになると、温度測定の誤差が糖度測定誤差の大半を占めるような事態となる。つまり、 ± 0.01 Brix精度保証の屈折率計を提供するには、温度測定誤差を $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 未満とする必要がある。ところが、上述の従来の技術では、精々 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ が限界であった。

【0015】本発明は、サンプルとプリズムとの界面の温度を精密に測定することができ、そのため屈折率から算出する諸特性値の温度補正を厳密に行なうことができる屈折率計を得るためのプリズムを提案し、またこのプリズムを組み込んだ精度の高い屈折率計を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】サンプルと接してその屈折率を測定するための本発明の屈折率計用プリズムは、プリズム本体と、このプリズム本体に対し、測定面の方向10 に向けて貫通させたリード孔と、このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率の大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとを具備することを特徴とする。即ち、薄い光透過性板には、従来のプリズム中の穴加工のような製造上の制限条件はないので、その厚さを例えば 0.5mm 以下と、薄くすることができる。そのため、屈折率に影響を与えるサンプル液とプリズムの界面の温度をより正確に、且つ時間遅れなく捉えることができる。

【0017】また、本発明の屈折率計は、プリズム本体と、このプリズム本体に対し、測定面の方向に向けて貫通させたリード孔と、このリード孔の開口端面上に貼り付けられた、サンプルよりも屈折率の大きい物質よりなる薄い光透過性板と、この光透過性板の下方に測定面に近接してリード孔内に設けられた温度センサーとから成るプリズムを組み込んだ屈折率計であって、その測定面に光を入射する発光部材と、該測定面から反射する光を受けその光の強さを検知する受光部材と、上記受光部材からの信号を受け、サンプルと測定面との界面における光の全反射の臨界角を決定し、この臨界角からサンプルの屈折率を決定する部材と、上記屈折率から上記サンプルの所定の特性値を算出する部材と、上記温度センサーからの信号を受けて、温度補正係数を決定し、上記特性値を温度補正する部材とを具備させてある。

【0018】

【発明の実施の形態及び実施例】以下、より具体的に説明する。図1は、本発明の一実施例に係る屈折率計用プリズムを示す図であって、図1（A）は縦断側面図であり、図1（B）は平面図である。図1において、プリズ

ム1は台形断面のプリズム本体19を有する。プリズム本体19の上面には、光透過性板11が接着剤15で貼られている。接着剤15の例としては、光学用接着剤（ノーランド社製、NOA61）を挙げることができる。なお、プリズム本体19及び光透過性板11の表面は、光学研磨が施されている。

【0019】光透過性板11は、サンプルよりも屈折率が大きい物質でできている。サンプルよりも屈折率が低いと、サンプル界面で全反射する前に、光透過性板の下面で全反射してしまい測定にならないからである。一般的には、光透過性板材の屈折率は1.7以上が好ましい。

【0020】また、光透過性板11の材質は、耐蝕性があり、且つ硬いものであることが好ましい。プロセス型の屈折率計では、サンプル液の流れ（或いは含まれる粒子の衝突）によって、測定面が徐々に削り取られることがある。このようなサンプルによる侵蝕を、硬い光透過性板をプリズムの測定面に貼ることによって防止できる。従来の牛乳のプロセス用の屈折率計において、光学ガラスプリズムの侵蝕量が3カ月の期間で $0.1\sim 0.2\text{mm}$ もあったのが、人工サファイア製の光透過性板を貼ったプリズムに変えたところ、侵蝕は殆んどが観察されなかった。これらのことから、光透過性板の材料としては、人工サファイアの他、人工ルビー等の人工結晶が特に好ましいと言える。また光透過性板材は熱伝導率の高いもの（例えば $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上）であることも好ましい。

【0021】プリズム本体19の中央部には、リード孔23が上下方向に貫通して開けられている。そして、プリズム本体19の上面には、リード孔23と連通するポケット（溝）17が切り込まれている。図1（B）に示されているように、リード孔23及びポケット17は、測定の光路範囲29から横に少しずれて形成されている。

【0022】このポケット17内には、白金センサ21が配置されている。この、白金センサはシンテック製であり、常温 $\sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度の精密測定に適している。ポケット17の役割として、滞留空気による断熱という作用がある。即ち、白金センサ21を光透過性板11の直下に配置し、その下にポケット17の空気があって断熱の役割を果たすため、白金センサ21は、下方のプリズム本体19からの熱影響をあまり受けず、より光透過性板11（或いは光透過性板11上表面）の温度に近い温度を示すこととなる。リード孔23には、白金センサのリード線25がリードされている。

【0023】以下の諸元で、図1の実施例の屈折率計用プリズムを作成し、水をサンプル液として糖度測定を行ない、 0.01 Brixの精度の測定が可能であることを確認した。

プリズム本体材質：BK-7（米国ショット社規格名、

熱伝導率1.126W/m・K)

光透過性板材質：ホワイトサファイア（熱伝導率42W/m・K）

光透過性板厚さ：0.5mm

ポケット寸法：幅2.2mm×高さ2mm

サンプル液温度：5～90℃

サンプル液糖度：0Brix

【0024】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明は以下の効果を発揮する。

① サンプルの温度を高精度で時間遅れなく検出できるので、屈折率の温度補正を正確に行なうことができる。その結果、糖度等の測定を高精度に行なうことができる。

② 光透過性板に高硬度、耐食性の材質を用いた場合、サンプルによるプリズム測定面の侵蝕を防止することができ、高精度の測定を長期間行なうことができる。

③ サーミスタをサンプル液中に配置しているタイプと比較すると、プリズムと温度センサーが一体化されているため、取扱いが極めて簡便である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る屈折率計用プリズムを示す図であって、図1(A)は縦断側面図であり、図1(B)は平面図である。

【図2】現在用いられている代表的なオンライン型糖度計の構成概要を示すブロック図である。

【図3】従来の屈折率計のプリズムにおける温度計の他の配置例を示す断面図である。

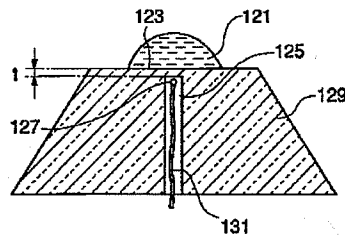
【符号の説明】

- 1 プリズム
- 3 サンプル液
- 7 光線
- 11 光透過性板
- 13 測定面
- 15 接着剤
- 17 ポケット
- 19 プリズム本体

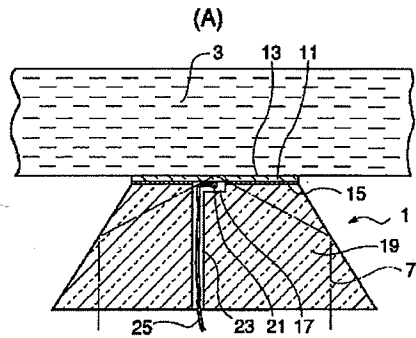
- * 21 白金センサ
- 23 リード孔
- 25 リード線
- 29 光路範囲
- 51 糖度計
- 53 検出部
- 55 計測部
- 61 ランプ
- 63 コリメーター
- 10 65 サインバー機構
- 67 サーボモータ
- 69 ポテンショメータ
- 71 反射ミラー
- 73 プリズム
- 75 サンプル液
- 77 測定面
- 79 サーミスタ
- 83 受光器（増幅器含む）
- 85 比較回路
- 20 87 基準電圧
- 89 増幅器
- 91 温度リニア変換回路
- 101 定電圧電源
- 103 Brix, nD リニア変換回路
- 105 A/D変換回路
- 107 演算回路
- 109 温度補正係数回路
- 111 表示パネル
- 113 リミッター回路
- 30 115 レコーダー回路
- 121 サンプル液滴
- 123 測定面
- 125 穴
- 127 サーミスタ
- 129 プリズム
- 131 リード線

*

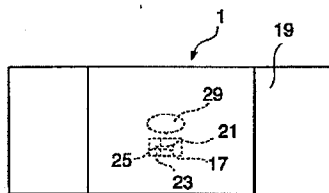
【図3】



【図1】



(B)



【図2】

